

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-230923

(43)Date of publication of application : 09.10.1987

(51)Int.Cl.

C21B 13/14

(21)Application number : 61-075261

(71)Applicant :

KOBE STEEL LTD

(22)Date of filing : 01.04.1986

(72)Inventor :

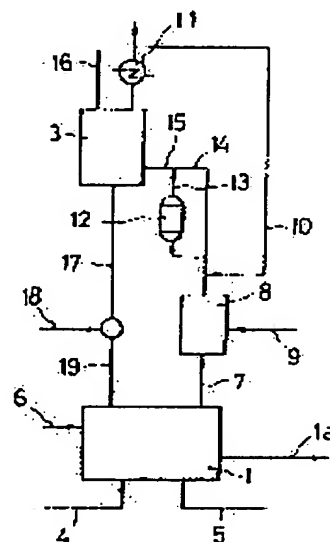
KOBAYASHI ISAO  
SASAHARA SHIGEKI  
ITO SHUZO  
HIKOSAKA AKIHIDE  
AOKI MAMORU  
MIZUKAMI SHUNICHI  
KIKUCHI SHOICHI

## (54) MANUFACTURE OF IRON BY SMELTING AND REDUCTION

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To stabilize smelting and reduction operation by prereducing iron ore to a specified rate of metallization in a prereducing furnace, adding iron ore as starting material to the resulting reduced iron discharged from the prereducing furnace and charging them into a smelting and reducing furnace.

**CONSTITUTION:** Iron ore 16 is prerduced in a prereducing furnace 3, introduced into a melt reducing furnace 1 and smelted and reduced to manufacture iron. At this time, hot exhaust gas 7 produced by secondary combustion in the smelting and reducing furnace 1 is introduced into a gas modifying equipment 8 to regulate the temp. of the gas as well as to modify the gas with gaseous hydrocarbon 9 and the modified gas is added to part of exhaust gas 10 from the prereducing furnace 3 and introduced into the furnace 3. The iron ore 16 is prerduced to  $\geq 90\%$  rate of metallization in the furnace 3 and the resulting reduced iron discharged from the furnace 3 is introduced into the smelting and reducing furnace 1 after iron ore 18 as starting material is added to the reduced iron.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2000 Japan Patent Office

## ⑯ 公開特許公報(A)

昭62-230923

⑮ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑰ 公開 昭和62年(1987)10月9日

C 21 B 13/14

7147-4K

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

## ⑱ 発明の名称 熔融還元製鉄法

⑲ 特 願 昭61-75261

⑳ 出 願 昭61(1986)4月1日

㉑ 発 明 者	小 林 勲	三木市緑が丘町東4-4-5
㉒ 発 明 者	笹 原 茂 樹	神戸市灘区篠原伯母野山町2-3-1
㉓ 発 明 者	伊 東 修 三	神戸市東灘区田中町1-5-20
㉔ 発 明 者	彦 坂 明 秀	神戸市須磨区東白川台3-5-3
㉕ 発 明 者	青 木 守	神戸市須磨区横尾2-26-16
㉖ 発 明 者	水 上 俊 一	明石市朝霧山手町24-7
㉗ 発 明 者	菊 池 晶 一	神戸市灘区篠原伯母野山町2-3-1
㉘ 出 願 人	株式会社神戸製鋼所	神戸市中央区脇浜町1丁目3番18号
㉙ 代 理 人	弁理士 植木 久一	

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

熔融還元製鉄法

## 2. 特許請求の範囲

鉄鉱石を予備還元炉で予備還元し、次いで熔融還元炉へ導いて熔融還元を行なうと共に熔融還元炉内で2次燃焼された高温排出ガスを炭化水素ガスによって温度調節及び改質し、この改質ガスを、予備還元炉排出ガスの一部に加えて予備還元炉へ導く様に構成した熔融還元製鉄法において、予備還元炉における金属化率が90%以上となる迄予備還元し、該予備還元炉から導出される還元鉄に鉄鉱石原料を加えてから熔融還元炉へ導入する様にしたことを特徴とする熔融還元製鉄法。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

本発明は、予備還元炉及び熔融還元炉を用いる熔融還元製鉄法の改良に関するものである。詳細には上記熔融還元システム全体のガスバランスを保証しつつ操業の安定化を実現することに成功した

熔融還元製鉄法に関するものである。

## 〔従来の技術〕

高炉によらないで鉄鉄を製造する技術としていわゆる直接製鉄法が脚光を浴びつつある。第2図は熔融製鉄法のプロセス原理を示す説明図であり、熔融還元炉1で発生したCO主体の高温ガスa(CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Oも含まれる)を、熱源及び還元剤として予備還元炉3に供給する一方、熔融還元炉1には予め鉄鉄を入れて熔融状態に保持しつつこれに炭素材及び酸素ガス(若しくは空気)を吹き込んで熱源及び還元ガス(CO)の供給を行ない、予備還元炉3において一部還元された鉄鉱石Pを該熔融還元炉1に装入して最終的に還元を完成し鉄鉄Fとして取り出すものである。そしてこの原理を応用した実操業方式としては次に示す様な方法が知られている。

(1) 粉鉄石を流動層で予備還元し、これを空気によってコークス充填層型熔融還元炉へ吹き込む方法(特開昭57-198205号公報)、(2) 鉄鉱石をシャフト炉で予備還元し、コークス充填

型熔融還元炉へ装入して鉄鉄を製造する方法（特開昭58-171515号公報）、(3) 予備還元炉で得られた予備還元鉄を熔融還元炉へ装入し、該熔融還元炉に形成された鉄浴に石炭及び酸素を吹き込み、発生ガスの一部を浴上で燃焼（ポストコンバッション）させつつ鉄鉱石を熔融還元し、ここから導出されるガスを改質して予備還元炉へ導入する方法（特開昭59-222508号公報）、(4) 石炭と酸素を用いて還元鉄を熔融還元する熔融還元炉に、シャフト炉を連結して溶鉄を製造する方法（米国特許第4,316,739、同4,238,226、同4,248,626）等を挙げることができる。上記(3)の熔融還元炉においては、該還元炉内に酸素を吹き込んで前記CO主体ガスを燃やすという処理、いわゆるポストコンバッション処理を行なって熔融還元炉内の鉄浴の昇温を図る場合がある。この様なポストコンバッション処理が行なわれると、上記COガスやH<sub>2</sub>ガスはCO<sub>2</sub>ガス及びH<sub>2</sub>Oガスとなり還元能力を喪失するが、発熱反応の結果熱エネルギーが豊富になって

程度以上）の還元鉄を得ようとする、予備還元炉におけるCOガスの消費増大を招き、ひいては熔融還元システム全体のガスバランスを悪化させる。従って高金属化率が必要であるにもかかわらず、必ずしも該高金属化率を達成することができないというのが実情である。

本発明はこうした事情を考慮してなされたものであって、前述の如きガスバランスの悪化を防ぐことにより、予備還元炉における高金属化を可能にすると共に熔融還元操業の安定化を実現することのできる熔融還元製鉄法を提供しようとするものである。

#### 〔問題点を解決する為の手段〕

本発明に係る熔融還元製鉄法とは、鉄鉱石を予備還元炉で予備還元し、次いで熔融還元炉へ導いて熔融還元を行なうと共に熔融還元炉内で2次燃焼された高温排出ガスを炭化水素ガスによって温度調節及び改質し、この改質ガスを、予備還元炉排出ガスの一部に加えて予備還元炉へ導く様に構成した熔融還元製鉄法において、予備還元炉にお

いる。そこでこれらをリフォーマーへ導き、炭化水素や炭素との接触によってCO等の還元性ガスに戻してから前記予備還元炉へ供給している。

しかし予備還元炉へ上記COガス等が導かれると、 $2CO = C + CO_2$ の反応が起こって予備還元炉への配管中に炭素が析出して配管を閉塞したり予備還元の効率を低下させることが分かった。

#### 〔発明が解決しようとする問題点〕

しかし予備還元炉へ上記COガス等が導かれると、 $2CO = C + CO_2$ の反応が起こって予備還元炉への配管中に炭素が析出して配管を閉塞したり予備還元の効率を低下させることが分かった。

一方、予備還元炉においては、装入鉄鉱石の金属化率が90%程度になるまで該鉄鉱石を還元することが必要であるとされている。なんとなれば低金属化率の鉄鉱石は低強度であり、予備還元炉操業時やそれに続く排出時等に破壊して粉状となり、予備還元鉄の歩留低下を招くからである。

しかし予備還元炉において高金属化率（90%

ける金属化率が90%以上となる迄予備還元し、該予備還元炉から導出される還元鉄に鉄鉱石原料を加えてから熔融還元炉へ導入する様にしたところにその要旨が存在するものである。

#### 〔作用〕

本発明は、上述の如く鉄鉱石の予備還元炉における金属化率が90%以上となるまで予備還元できるところに第1の特徴を有するものである。この様に予備還元炉における金属化率を高くすることによって予備還元鉄の強度を増すことができ、予備還元操業の安定化を果たすことができる。ここで金属化率を90%以上とすることに伴う還元鉄の強度上の利点等を第3図に従って説明する。第3図はシャフト炉内ベレットの金属化率と圧潰強度を羽口からの距離の関数として求めたグラフであるが、これによると、金属化率50～70%では圧潰強度が低く、80%以上では圧潰強度が大きくなっていることが分かる。従って金属化率が50～70%である還元鉄を製造した場合においては、シャフト炉からの切り出し時及び

これに続く熔融還元炉への輸送過程で上記還元鉄の破壊が起こり、成品歩留りが低下するのみならず熔融還元炉から多量のダストが発生する。一方金属化率が80%以上特に90%以上である場合には、上述の如き問題は生じないことが分かった。この様な金属化率の予備還元鉄は、次いで熔融還元炉へ導かれるのであるが、金属化率がこの様に高くなったものを熔融還元炉に入れても、該還元炉においては還元されるべき酸化鉄量が少なく、従って熔融還元炉における酸化鉄の還元反応もわずかなものとなる。その為熔融還元炉における吸熱も少なく、且つ生成される還元ガスの量も少なくなるが一方この還元ガスが供給されるべき予備還元炉では高金属化率を達成する為に大量の還元ガスを要求しており、システム全体として見た場合のガスバランスが極めて悪くなる。

そこで本発明者等は、予備還元鉄に鉄鉱石原料を補給することにより熔融還元炉へ供給されるべき予備還元鉄の金属化率を実質的に低下させるといふ本発明の第2の特徴に到達するに至った。該

ばシステム全体のガスバランスを確保できることになる。上述の如き検討は、リフォーマー等を設けて冷却改質を行ないガスの酸化度を10%まで低下させた改質ガスの場合についても同様に当てはまる。即ち第4図において各実線の交点を見ると、金属化率が68%でありこれが分かる。従って上記と同様予備還元率値と68%の差に基づいて鉄鉱石原料の添加量を定めると良い。

本発明の本質的特徴は、大略以上の通りであるが、下記(1)～(3)の如き利点も同時に享受することができる。

(1) 本発明に係る熔融還元製鉄法ではポストコンパクションを行なうこととしているのでこれに伴う利点を享受することができる。

即ち第5図は鉄浴式熔融還元炉におけるポストコンパクション比率、鉄浴に装入される還元鉄の金属化率、石炭消費量の関係を示すグラフである。これによると、ポストコンパクションを行なうことによって石炭消費量を節約することができるが、その効果は金属化率の高い程著しいこ

混合原料を用いて熔融還元を行なえば、熔融還元炉から発生する還元ガス量を増加させることができ、熔融還元システム全体のガスバランスを確保できる。ここで本発明者等は、予備還元鉄に加えられる鉄鉱石原料の量的目安を得る為に第4図の如きグラフを作成し、これを用いて下記の如き検討を行なった。第4図は、金属化率と熔融還元炉発生ガス量の関係(右下がりグラフ)、及び金属化率と予備還元炉必要ガス量の関係(右上がりグラフ)を夫々示したグラフである。尚実線は熔融還元炉におけるポストコンパクション率が10%の場合を示し、破線は15%の場合を示している。各実線同士あるいは各破線同士の交点は、夫々のポストコンパクション率におけるガスバランスがとれる点であるということが出来る。例えばポストコンパクション率が15%のときには、金属化率が約58%でガスバランスがとれる。従って予備還元鉄の金属化率(90%以上)と上記58%の差に相当するだけの鉄鉱石原料を、予備還元炉から熔融還元炉へ至る過程で加えてやれ

とが分かる。

(2) 熔融還元炉内でポストコンパクションされた高温排出ガスを炭化水素ガスによって温度調節及び改質したことに伴う利点。

ポストコンパクションによって昇温したガスを予備還元に適した温度まで下げることができ、またポストコンパクションによって減弱された還元ポテンシャルを上昇させることができる。

(3) 上記(2)で得られた改質ガスを予備還元排出ガスの一部に加えて予備還元炉へリサイクルする様に構成したことに伴う利益。

予備還元炉においては、



の反応が生じ例えば排出管や排熱回収ボイラーに炭素の析出が起こる。特にこの反応は予備還元に好適とされる900℃前後の温度において著しい。しかし上述の如く予備還元排出ガス(CO<sub>2</sub>リッチ)の一部を加えることによって、炭素析出原因であるCOを希釈することができ、炭素の析出を抑制することができる。

以下本発明方法の実施例を挙げることによって本発明を具体的に説明するが、本発明は該実施例のみに限定される性質のものではなく、必要に応じて適宜変更することができる。

#### 【実施例】

第1図は本発明方法の一実施例を示すフロー図である。

(1) 熔融還元炉1内の鉄浴中に酸素及び石炭を夫々矢印4及び矢印5の如く吹き込み石炭をガス化する。一方熔融還元炉1内にはポストコンバッション用酸素を矢印6の如く吹き込みこの時発生する熱と、上記石炭ガス化に伴う部分燃焼熱とを利用して鉄鉱石と還元鉄を熔融還元し溶鉄(矢印1a)を製造する。これらの過程において硫黄濃度の調節の為、石灰石を矢印5に示す如く石炭と混合して吹き込みスラグ塩基度を調節する。熔融還元炉からは、ポストコンバッションの結果として生成されるCO<sub>2</sub>及びH<sub>2</sub>Oガス(これらの量はポストコンバッション率に支配される、ここ

に、予備還元炉3から排出されたCO<sub>2</sub>濃度の高いガスの一部をリサイクルして混合し(矢印10)、配管内系若しくはシャフト炉内でカーボンデポジション(炭素析出)の生じないガス酸化度(η=0.1~0.12)に調整する。尚リサイクルガスは排熱回収ボイラー11によって冷却されており、該リサイクルガスを混合することによって予備還元炉導入ガスの温度を若干低下させることが可能となる。

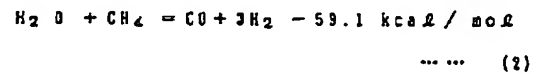
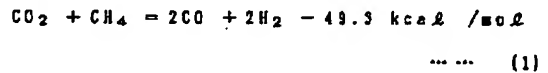
(4) 更に上記混合ガスの一部を冷却塔12へ分流して冷却し、これを矢印13に示す如く本流14ら再合流させることによってシャフト炉導入ガス15の温度を700~900℃まで低下させる。ここでは炭素析出が生じないことは前述の通りである。

(5) シャフト炉(又は予備還元炉)3においては、上記シャフト炉導入ガス15によって炉頂からの鉄鉱石(又はペレット)16が金属化率90%以上に還元される。尚シャフト炉3から導出されるガスは、前述の如く排熱回収ボイラー11を

$$\text{にポストコンバッション率} = \frac{\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}}{\text{CO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2 + \text{H}_2\text{O}}$$

とし、又百分率で表わす場合もある)を含む1500~1600℃の高温ガスが発生する。

(2) 上記熔融還元炉発生ガスを、矢印7の如くガス改質設備Bへ導くと共にここにメタン等の炭化水素ガスを矢印9に添って吹き込み、下記(1)及び(2)の反応に基づき酸化性ガス成分であるCO<sub>2</sub>及びH<sub>2</sub>OをCO及びH<sub>2</sub>等に変換し、これによって還元ポテンシャルを上昇させる。



また上記(1)及び(2)の反応は吸熱反応であるから、該吸熱作用を利用することによってガス温度を900~1100℃まで容易に低下させることができる。ここに触媒としてはダスト中の鉄分が加えられる。

(3) 上記ガス改質設備Bから導出されたガス

經由してその一部が自らの成分調整に利用される。

(6) 上記シャフト炉で還元製造された高金属化率の還元鉄17は、鉄鉱石18が添加されることによって低金属化率の還元鉄19となって熔融還元炉1へ装入される。この鉄鉱石18の添加によって熔融還元製鉄システム全体のガスバランスを確保することができるが、該鉄鉱石18の添加量は前記の如きグラフに基づき定められる。

尚下記第1表には各プロセスにおける操業実施原単位を、下記第2表には熔融還元炉、ガス改質設備、シャフト炉におけるガス成組等を示した。

(以下余白)



第 1 表

溶融還元炉	石炭消費量	784 Kg/T
	酸素吹込量	418 Nm <sup>3</sup> /T
	ポストコンバッション用酸素量	106 Nm <sup>3</sup> /T
	石灰石吹込量	149 Kg/T
	スラグ量	276 Kg/T
ガス改質炉	メタン吹込量	85 Nm <sup>3</sup> /T
	リサイクルガス混合量	207 Nm <sup>3</sup> /T
シャフト炉	装入鉱石量	1228 Kg/T
	製造還元鉄量	892 Kg/T
	金属化率	92 %
溶融還元炉	装入還元量	892 Kg/T
	混合鉱石量	299 Kg/T
	(平均金属化率)	64.2 %

第 2 表

	ガス量 (Nm <sup>3</sup> /T)	ガス温度 (℃)	ガス組成 (%)						
			CO	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>	酸化度
溶融還元炉出口	1460	1607	66.2	6.5	18.5	8.0	0.0	0.8	14.6
ガス改質炉出口	1709	1000	62.2	4.7	29.4	2.6	0.2	0.7	7.6
シャフト炉入口	1916	815	59.6	6.9	26.6	4.2	0.2	0.7	11.1
シャフト炉出口	1916	540	40.3	26.2	23.4	9.4	0.2	0.7	35.8

## 〔発明の効果〕

本発明は上述の如く構成されているので下記の如き優れた効果が発揮される。

(1) 予備還元炉における鉄鉱石の金属化率を高めることができ、これによって予備還元鉄は該還元鉄の排出時及び輸送時等に破壊及び粉化されない強固なものとなり、予備還元の確実な操作を保證することができた。

(2) 上記高金属化に伴なうガスバランスの悪化を改善することができ、もって熔融金属製鉄法の操業安定化を実現することができた。

## 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明方法の一実施例を示すフロー図、第2図は熔融還元製鉄法の原理を示す図、第3図はシャフト炉ペレットの金属化率と圧潰強度を羽口からの距離の関数として求めたグラフ、第4図は鉄鉱石原料の添加量を求める為に用いられるグラフ、第5図は鉄浴式熔融還元炉におけるポストコンパクション比率、鉄浴に投入される還元鉄の金属化率、石炭消費量の関係を示すグラフである。

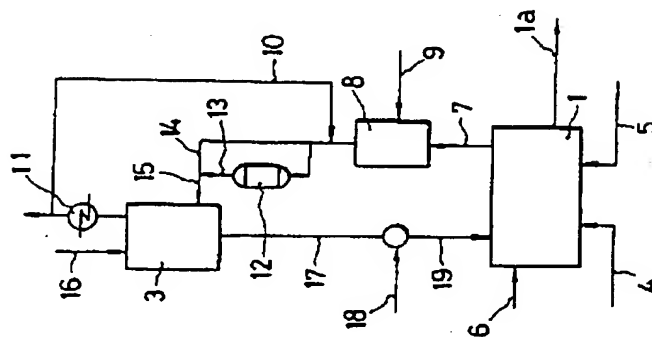
ある。

- |          |         |
|----------|---------|
| 1…熔融還元炉  | 3…予備還元炉 |
| 6…ガス改質設備 | 9…メタン   |
| 17…還元鉄   | 18…鉄鉱石  |

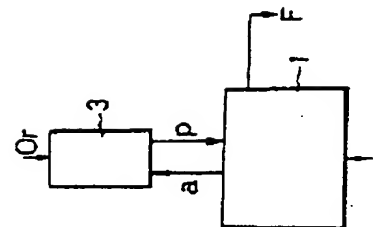
出願人 株式会社神戸製鋼所  
代理人 弁理士 植木久



第1図



第2図





第3図

